Aus den seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin.
Leiter: Professor Dr. Adolf Bickel

Über den Einfluß des Eiweißes im Roggenmehl und Weizenmehl von 65-70% iger Ausmahlung auf den Betriebsstoffwechsel

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
an der
Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

Vorgelegt von
Karl-Heinz Werner
aus Asbach (Westerwald)
Assistenzarzt in der Luftwaffe

Tag der Promotion: 21. Dezember 1936

676

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. A. Bickel

Korreferent: Prof. Dr. v. Bergmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535701_0024

Nachdem es A. Bickel[1]) gelungen war, unter Einhaltung bestimmter Versuchsbedingungen mit Hilfe der Bestimmung der Durchschnittswerte der Harnquotienten C : N und Vacat — O : N in mehrtägigen Versuchsperioden einen Einfluß der Qualität des Nahrungseiweißes auf den Betriebsstoffwechsel nachzuweisen, lag der Gedanke nahe, nunmehr in systematischer Weise die diesbezügliche Wirkung aller wichtigen in der menschlichen Nahrung vorkommenden Eiweißstoffe zu ermitteln. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse derartiger experimenteller Arbeiten findet sich in der Arbeit von A. Bickel[2]), die im Frühjahr 1936 erschien. Seitdem ist eine Reihe weiterer Untersuchungen in der gleichen Richtung im Bickel'schen Laboratorium durchgeführt worden, von denen besonders die demnächst in der Zeitschrift: „Untersuchung der Lebensmittel", erscheinende Arbeiten von Kaping[3]) „Ueber den Einfluß des Eiweißes im Mehlkern des Weizenkorns auf den Betriebsstoffwechsel" und der Arbeit von Jordan[4]) „Ueber die biologische Differenzierung der Eiweißstoffe der einzelnen Teile des Weizenkorns", hier von Interesse sind. Nicht unerwähnt darf in diesem Zusammenhang auch die Arbeit von Bickel, Sander und Schilling[5]) über die Wirkung des Eiweißes der Roggenkleie auf den Betriebsstoffwechsel bleiben.

Aus den letztgenannten Arbeiten geht hervor, daß das Eiweiß des Mehlkernes im Weizen, so wenig hochwertig es sich auch für den Baustoffwechsel erweist, im Betriebsstoffwechsel sich ähnlich wie das Casein verhält. Das würde heißen, daß es eine verhältnismäßig recht gute Durchoxydierung und damit energetische Ausnützung des im intermediären Stoffwechsel zur Oxydation gelangenden gesamten Materials gewährleistet. Im Gegensatz hierzu wirkt sich das Eiweiß der Roggen- und Weizenkleie, das den Baustoffwechsel, wie es scheint, keineswegs ganz ungünstig beeinflußt, schlechter aus; die Durchoxydierung des Materials läßt viel zu wünschen übrig. Auch das Eiweiß des Keimlings des Weizenkornes bewirkt eine mangelhaftere Durchoxydierung des Materials im Zwischenstoffwechsel als das Eiweiß des Mehlkernes.

Alle diese Beobachtungen gelten für den Fall, daß das jeweilige Eiweiß das alleinige Nahrungseiweiß ist. In Wahrheit handelt es sich aber bei den aufgezählten einzelnen Eiweißen keineswegs durchgängig um jeweils einen Eiweißkörper im chemischen Sinne. So besteht z. B. das Eiweiß im Mehlkern des Weizenkornes bekanntlich aus zwei Eiweißen, dem Weizengliadin und dem Weizenglutenin. Für die praktische Bedeutung der Versuche ist das aber belanglos; denn bei der menschlichen Ernährung kommt ja immer nur die Gesamtheit der Eiweißstoffe, sei es in der Randschicht, d. h. der Kleie, sei es im Keimling, sei es im Mehlkern des Getreidekornes, in Frage. Ferner wurden bei allen diesen Untersuchungen, die an Gruppen von weißen Ratten durchgeführt wurden, die Nahrungseiweißstoffe mit Wasser gekocht. Eine vergleichende Prüfung zwischen der Verfütterung roher Haferkörner und gekochtem Hafermehl hat aber, wie früher im hiesigen Laboratorium bewiesen wurde, ergeben, daß in Bezug auf die Wirkungsrichtung kein Unterschied besteht. Es war gleichgültig, ob Haferkörner in rohem Zustande oder ob das gekochte Hafermehl verabfolgt wurde. Es wird eine wichtige Aufgabe sein, künftig noch weiter bei identischem Ausgangsmaterial den Einfluß des Kochprozesses, wie des Röst- und Backprozesses auf die biologische Wirkung des Eiweißes zu untersuchen.

Aus der einleitend gegebenen Uebersicht über die bisher vorliegenden Untersuchungen, die sich auf die biologische Differenzierung der einzelnen Eiweißstoffe in den einzelnen Abschnitten eines Getreidekorns beziehen, geht hervor, daß Untersuchungen über den Einfluß der Eiweißstoffe des Mehlkernes im Roggen fehlen. Diese Untersuchung bringt meine vorliegende Arbeit, sofern die Verunreinigung des verwandten Roggenmehls durch Kleie nicht modifizierend wirkt. Diese Arbeit war umso notwendiger, als neben dem Weizen der Roggen in der menschlichen Ernährung mit Getreidearten die größte Rolle spielt. Besonders Deutschland und die skandinavischen Staaten sind infolge ihres Klimas und ihrer Bodenbeschaffenheit auf Roggenanbau und dessen Verbrauch angewiesen. Da nun alle diese Untersuchungen mit der ernährungsphysiologischen Bedeutung des Brotes aufs engste verknüpft sind, schien es zunächst einmal erforderlich, das jeweilige Eiweiß in Form des bei der Brotherstellung

benutzten Mehls zu geben. Dazu ist zu sagen, daß das Ergebnis der Mehluntersuchung nicht vorbehaltlos auf das Brot ausgedehnt werden darf, da bei der Brotbereitung andere Momente noch mitwirken, die besondere Berücksichtigung verdienen. Wenn man an eine vergleichende Untersuchung unterschiedlicher Mehle heranging, war es natürlich notwendig, bei einem Vergleich zwischen Roggen- und Weizenmehl zwei Typen zu wählen, bei denen das Getreidekorn ähnlich ausgemahlen war. Eine identische Ausmahlung war im Handel nicht erhältlich. Somit benutzte ich ein fast kleiefreies Roggen- und Weizenmehl. Nach einer Mitteilung der Direktion der Brotfabriken von Wittler in Berlin entsprach der Roggenmehltyp 815 mit ca. 70%iger Ausmahlung und der Weizenmehltyp 630 mit ca. 65%iger Ausmahlung am meisten den Anforderungen an ein möglichst kleiefreies und durchgemahlenes Mehl. So war in beiden Fällen als Eiweiß doch wohl im wesentlichen das Eiweiß des Mehlkernes vorhanden. Mit den vorgenannten Mehlsorten wurden meine Versuche angestellt. Da nun bei der Brotherstellung auch vielfach Mischungen von Weizen- und Roggenmehl vorgenommen werden, habe ich auch die Einwirkung einer Mehlmischung auf den Stoffwechsel studiert, die zur Hälfte aus dem Roggenmehltyp 815 und zur Hälfte aus dem Weizenmehltyp 630 bestand.

Experimenteller Teil.

Um individuelle Verschiedenheiten auszugleichen, wurden die Versuche an einer größeren Zahl von Tieren vorgenommen. Zehn weiße, männliche Ratten mit einem Durchschnittskörpergewicht von 156 g wurden in einem großen Stoffwechselkäfig gehalten, der es mit seinem Siebboden erlaubte, Kot und Harn getrennt aufzufangen. Jede der 5 Versuchsperioden dauerte eine Woche, in der das jeweils zuständige Futter verabreicht und von den Tieren täglich quantitativ verzehrt wurde. Die Analysen wurden immer an den letzten 5 Tagen jeder Periode gemacht. In der ersten Woche bestand das Nahrungseiweiß ausschließlich aus Roggenmehl, in der zweiten Woche aus Weizenmehl, in der dritten, vierten und fünften Woche aus einem 50%igen Gemisch von Roggen- und Weizenmehl, wobei die tägliche Nahrung aller 5 Versuchsperioden 8,9% Eiweiß in der Trockensubstanz enthielt. Eiweiß, Kohlehydrat, Fett, Vita-

mine, Salze und Wasser wurden die 5 Wochen hindurch in gleicher Tagesmenge verabfolgt. Um N - aequimoleculare Mengen Eiweiß zu geben, lag der Roggenmehlwert stets höher, da 1 g Roggenmehl vom Typ 815 nur 0,012698 g N in sich barg, gegenüber 1 g Weizenmehl vom Typ 630 mit 0,01732 g N. Zur Herstellung N - aequimolecularer Eiweißmengen für jede Periode hatte man also dort, wo Roggenmehl in der Mischung gefüttert wurde, eine größere Menge von Roggenmehl benötigt als dort, wo Weizenmehl verfüttert wurde. Die dadurch entstehende Differenz im Kaloriengehalt der jeweiligen Nahrungsmischung, der pro Tier und Tag auf 50,3 Kalorien festgesetzt war, wurde durch entsprechende Zuckerdosierung ausgeglichen. Die Eiweißversorgung war derart, daß die tägliche Nahrungsstickstoffmenge pro Tier der Stickstoffmenge von 1 g Casein = 0,1183 g N entsprach.

Futtertabelle für 10 Tiere täglich.

Periode 1.		Periode 2.	
Roggenmehl =	93,2 g	Weizenmehl =	68,3 g
Lebertran =	10,0 ccm	Lebertran =	10,0 ccm
Zucker =	10,0 g	Zucker =	34,9 g
Salzgemisch =	1,0 g	Salzgemisch =	1,0 g
Zitronensaft =	10,0 ccm	Zitronensaft =	10,0 ccm
Wasser =	600,0 ccm	Wasser =	600,0 ccm
50,3 Kalorien pro Tier!		50,3 Kalorien pro Tier!	
8,9 % Eiweiß in der Trockensubstanz!		8,9 % Eiweiß in der Trockensubstanz!	

Periode 3.		Periode 4 und 5.
1/2 Roggenmehl =	46,60 g	Futter der 3. Periode.
1/2 Weizenmehl =	34,15 g	
Lebertran =	10,00 ccm	
Zucker =	22,45 g	
Salzgemisch =	1,00 g	
Zitronensaft =	10,00 ccm	
Wasser =	600,00 ccm	
50,3 Kalorien pro Tier!		
8,9 % Eiweiß in der Trockensubstanz!		

Die Analysenmethodik gestaltete sich so, daß im 24stündigen Sammelharn täglich Kohlenstoff, Vacat-Sauersoff,

Stickstoff und Chlor, im gesammelten und bei 100° getrockneten Kot einer jeden Periode der Gehalt an Stickstoff bestimmt wurde.

Der Stickstoff wurde mit der Halbmikromethode von Kjeldahl ermittelt. Zur Kohlenstoffbestimmung verwandte man die von Osuka[6]) verbesserte Methode von Nicloux und zur Vacat-Sauerstoffbestimmung die Halbmikromethode von Müller-Kanitz.[7]) In der nun folgenden Analysentabelle werden aufgeführt:

1. Das Körperdurchschnittsgewicht der Ratten.
2. Die 24stündige Harnmenge.
3. Der Kohlenstoff-, Vacat-Sauerstoff- und Stickstoffgehalt dieser 24stündigen Harnmenge.
4. Die aus diesen Zahlen errechneten Periodenmittelwerte, wie die aus diesen Periodenmittelwerten errechneten Harnquotienten C : N und Vacat-O : N.

Analysen-Tabelle 10 Ratten.

Versuchstag No.	Körpergewicht in g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C/N	O/N	O/C
			Periode 1. Roggenmehl					
1	156	311	786,8	1082,3	236,4	3,328	4,578	1,375
2	156	330	821,7	953,7	386,1	2,128	2,470	1,160
3	156	350	724,5	1078,0	416,5	1,739	2,588	1,487
4	155	312	673,9	1104,5	449,3	1,499	2,458	1,639
5	155	310	663,4	1078,8	443,3	1,496	2,433	1,626
Periodendurchschnittswert:			734,0	1059,4	386,3	1,900	2,742	1,443
			Periode 2. Weizenmehl					
6	156	318	578,7	725,0	569,2	1,016	1,273	1,252
7	157	337	559,4	903,2	495,4	1,129	1,823	1,614
8	157	370	588,3	995,3	506,9	1,160	1,963	1,691
9	157	280	476,0	730,8	403,2	1,180	1,812	1,533
10	158	276	474,7	739,7	408,5	1,162	1,810	1,558
Periodendurchschnittswert:			535,4	818,8	476,6	1,123	1,718	1,529

Versuchstag No.	Körpergewicht in g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C/N	O/N	O/C
	Periode 3. $^1/_2$ Roggenmehl und $^1/_2$ Weizenmehl							
11	157	250	540,0	987,5	432,5	1,248	2,283	1,828
12	157	260	572,0	1024,4	517,4	1,105	1,979	1,790
13	156							
14	156	260	577,2	1047,8	449,8	1,283	2,329	1,815
15	157	279	504,9	1007,2	398,9	1,265	2,524	1,994
Periodendurchschnittswert:			548,5	1016,7	449,6	1,219	2,261	1,853
	Periode 4. $^1/_2$ Roggenmehl und $^1/_2$ Weizenmehl							
16	156	280	543,2	806,4	453,6	1,195	1,777	1,484
17	156	320	416,0	835,2	326,4	1,274	2,558	2,007
18	155	281	477,7	584,5	432,7	1,103	1,350	1,223
19	155	212	326,5	680,5	315,9	1,033	2,154	2,084
20	155	258	425,7	789,5	399,9	1,064	1,974	1,854
Periodendurchschnittswert:			437,8	739,2	385,7	1,135	1,918	1,688
	Periode 5. $^1/_2$ Roggenmehl und $^1/_2$ Weizenmehl							
21	154	191	443,1	869,0	383,9	1,154	2,263	1,961
22	154	270	439,3	974,7	386,1	1,138	2,524	2,218
23	154	244	336,7	695,4	292,8	1,149	2,375	2,065
24	154	262	393,0	683,8	348,5	1,127	1,962	1,739
Periodendurchschnittswert:			403,0	805,7	352,8	1,142	2,283	1,999

Genau zu beobachten war auch die Stickstoffbilanz, deren Ergebnisse in der Uebersichtstabelle aufgeführt sind.

Im Folgenden wird eine zusammenfassende, verkürzte und das Wesentliche bringende Uebersichtstabelle mit den Versuchsergebnissen gebracht.

Periode No.	Körpergewicht in g	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C/N	V. O N	N-Bilanz	Kot-N in g
I. Roggenmehl	155,5	734,0	1059,4	386,3	1,900	2,742	+ 0,06072	0,9494
II. Weizenmehl	157,0	535,4	818,8	476,6	1,123	1,718	+ 0,05613	0,7247
III. ½ Roggenmehl ½ Weizenmehl	156,5	548,5	1016,7	449,6	1,219	2,261	+ 0,06005	1,1149
IV. Wie Period. III	155,4	437,8	739,2	385,7	1,135	1,918	+ 0,06169	0,9030
V. Wie Period. III	154,0	403,0	805,7	352,8	1,142	2,283	+ 0,06296	0,8028

Anmerkung: Die Zahlen dieser Tabelle für C, Vacat-O, N und die N-Bilanz sind Durchschnittswerte für 10 weiße Ratten an 1 Tag jeder Periode. Die Zahlen für das Körpergewicht sind Mittelwerte für 1 Tier an 1 Tag jeder Periode. Der Kot-N-Wert ist der absolute Wert für 10 Tiere und die 5 Analysentage jeder Periode.

Versuchsergebnisse.

1. Aus meinen Versuchen ergibt sich, daß bei einer quantitativ hinreichenden Eiweißernährung in dem Falle, in dem das gesamte Nahrungseiweiß Roggenmehlkerneiweiß ist, die Harnquotienten C : N und Vacat-O : N höher liegen, als dann, wenn das gesamte Nahrungseiweiß Eiweiß des Weizenmehlkerns ist.

2. Bei einer 50%igen Mischung dieses Roggen- und Weizeneiweißes nimmt der Harnquotient C : N eine Lage ein, die fast mit derjenigen identisch ist, die er bei der alleinigen Weizenmehl-Ernährung hat; der Quotient Vacat-O : N stellt sich fast genau auf den theoretisch berechneten Mittelwert ein, der aus der Lage von Vacat-O : N bei der alleinigen Roggenmehl- und der alleinigen Weizenmehlernährung erhalten wird. Bei der 50%igen Mehlmischung zeigt sich weiter an dem den theoretisch berechneten Mittelwert nach der Richtung zum Weizeneiweiß überschreitenden C : N-Wert, daß das Eiweiß,

welches den niedrigen Harnquotientenwert bestimmt, die Führung übernimmt. Wir sehen hier schon bei der 50%igen Eiweißmischung an der Veränderung des C : N-Wertes dieselbe Erscheinung, die bei der Mischung anderer Eiweiße im hiesigen Laboratorium bereits öfters bei einer Mischung von $^2/_3$ eines Eiweißes, das eine niedrige Harnquotientenlage erzeugt, mit $^1/_3$ eines Eiweißes, dem eine hohe Harnquotientenlage zusteht, nämlich daß das erstere Eiweiß innerhalb der Mischung das letztere in der Wirkung auf den Stoffwechsel übertrumpft.

3. Die vorstehend geschilderten Erscheinungen an der Harnquotientenlage, die ja zugleich der Ausdruck von Vorgängen im Betriebsstoffwechsel sind, treten in der N-Bilanz überhaupt nicht in Erscheinung. Die N-Bilanz war in allen Versuchsperioden mit fast genau ± 0,05 g N pro Tier und Tag gleich. Vielleicht war die N-Resorption im Darm bei der reinen Weizenmehl-Periode ein wenig besser, als in der Roggenmehl-Periode. Dies mag vielleicht seinen Grund darin haben, daß die Eiweißkonzentration in dem verwandten Weizenmehl eine stärkere war, als in dem verwandten Roggenmehl.

4. Auf die Brotnahrung können meine Beobachtungen an den gekochten Mehlbreien nicht ohne Vorbehalt ausgedehnt werden.

Literaturverzeichnis.

1) A. Bickel: Archiv f. Kinderheilkunde. 107, 1. 1935.

2) A. Bickel: Biochem. Zeitschr. 284. 297. 1936.

3) Kaping: Über den Einfluß des Eiweißes im Mehlkern des Weizenkorns auf den Betriebsstoffwechsel. Im Druck Zeitschr. Untersuchung d. Nahrungsmittel.

4) H. Jordan: Über die biologische Differenzierunng der Eiweisstoffe der einzelnen Teile des Weizenkorns. Im Druck. Zeitschr. Untersuchung d. Nahrungsmittel.

5) A. Bickel, R. Sander u. J. Schilling: Münchner Med. Wochenschr. No. 37. Seite 1482, 1935.

6) T. Osuka: Biochem. Zeitschr. 246. 104. 1932.

7) H. R. Kanitz: Biochem. Zeitschr. 249. 234. 1932.
Biochem. Zeitschr. 361. 257. 1933.

Lebenslauf.

Ich, K a r l - H e i n z W e r n e r, wurde am 26. 5. 1910 zu Asbach (Westerwald) als jüngster Sohn des Amtsgerichtsrats Theodor Werner und seiner Ehefrau Margarethe, geb. Bloos, geboren. Nach vierjährigem Besuch der dortigen Volksschule wurde ich Schüler des Kaiserin-Augusta-Gymnasiums zu Koblenz, wo ich Ostern 1930 das Reifezeugnis erhielt. Ich widmete mich dann dem Studium der Medizin an der Universität Bonn, wo ich das Physikum bestand. Das 3. Semester studierte ich in Wien, das 7. und 8. in München und das 9. in Tübingen. Dort wurde ich als Sanitätsoffizieranwärter ein halbes Jahr mit der Waffe ausgebildet. Das 10. und 11. Semester studierte ich als Angehöriger der Militärärztlichen Akademie in Berlin, wo ich am 31. 10. 35 mein Medizinstudium beendete. Zur Ableistung des praktischen Jahres kam ich als Unterarzt je vier Monate an die I. Medizinische Klinik der Charité, an die Chirurgische Universitätsklinik in der Ziegelstraße zu Berlin und an die Hals-, Nasen- und Ohren-Klinik der Charité.

Seit dem 1. 11. 36 habe ich meine Bestallung zum Arzt und bin als Assistenzarzt beim Regiment General Göring truppenärztlich tätig.

Die vorliegende Dissertation fertigte ich im Sommersemester in den „seminaristischen Uebungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin" unter Leitung von Herrn Professor Dr. Adolf B i c k e l an. An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Bickel meinen gehorsamsten Dank aussprechen für die Anregung zu diesem Thema und die tatkräftige Unterstützung, die ich jederzeit bei ihm gefunden habe.

Franz Linke, Buchdruckerei, Berlin NW 6, Marienstr. 13.